

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

#### 4.1 อัตราส่วนของข้าวหอมมะลิและปลายข้าวที่เหมาะสม

การศึกษาอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิและปลายข้าวที่เหมาะสมในการผลิตไซรัป ได้ใช้ โคจิข้าวที่เตรียมจากเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM 105 ในปริมาณ 5 % (w/w) เป็นกล้าเชื้อในการหมัก ควบคุมความชื้นเริ่มต้นของข้าวเท่ากับ 58.3 % อุณหภูมิในการบ่มเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการหมักนาน 5 วัน ในระหว่างการหมักสุ่มตัวอย่างน้ำเชื่อมข้าวมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการได้ผลการทดลองดังตารางที่ 11 และตารางที่ 12 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

เมื่อถ่ายเชื้อราลงในข้าวหนึ่งเชื้อราจะเจริญบนเมล็ดข้าว และสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล และเกิดเป็นน้ำเชื่อมออกมาซึ่งในการทดลองนี้จะเรียกว่าน้ำเชื่อมข้าว จากการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในทุกสิ่งทดลองมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก โดยสิ่งทดลองที่มีการใช้ข้าวท่อนหอมมะลิอย่างเดียว และข้าวท่อนหอมมะลิ 80 % + ปลายข้าวหอมมะลิ 20 % จะให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ใกล้เคียงกันและมีปริมาณสูงที่สุด โดยเมื่อสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 5) จะมีค่าเท่ากับ 38.80 และ 38.25 ° brix ตามลำดับ ส่วนการใช้ข้าวท่อนหอมมะลิ 60 % + ปลายข้าวหอมมะลิ 40 % และ ข้าวท่อนหอมมะลิ 40 % + ปลายข้าวหอมมะลิ 60 % จะให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 37.63 และ 36.50 ° brix ตามลำดับ จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการทดแทนข้าวท่อนด้วยปลายข้าวในปริมาณที่สูงขึ้นจะทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง อาจเนื่องมาจากข้าวท่อนหอมมะลิมีสารอาหารที่สมบูรณ์กว่าปลายข้าวและมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่า ดังนั้นการใช้ข้าวท่อนในปริมาณที่มากกว่าจึงน่าจะส่งเสริมให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดีขึ้นและสามารถสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลได้มากกว่าการใช้ข้าวท่อนในปริมาณที่น้อยกว่า จึงส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมากกว่าด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ชัยวัฒน์ จาคีเสถียร (2520) ที่รายงานว่า การหมักข้าวหอมจากข้าวเหนียวด้วยเชื้อรา *Chlamydomucor* (ชื่อพ้องของ *Amylomyces* spp.) เพียงชนิดเดียวจะให้ของแข็งที่ละลายน้ำได้ค่อนข้างต่ำในช่วงแรกของการหมัก และจะเพิ่มสูงขึ้นและมีค่ามากที่สุดหลังจากหมักข้าวไปแล้วประมาณ 3-4 วัน โดยจะมีค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 35-36 ° brix และสอดคล้องกับการศึกษาของ สิรินทรเทพ ภัคศิสุภผล (2523) ที่รายงานว่า การหมักข้าวหอมโดยใช้เชื้อรา *Amylomyces* spp. บริสุทธิ์ ในช่วงวันแรกของการหมักปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะอยู่ในช่วง

2-10 ° brix และจะมีค่าสูงที่สุดหลังจากหมักข้าวไปแล้ว 60 ชั่วโมง โดยอยู่ในช่วง 19-23 ° brix และสอดคล้องกับการศึกษาของ ลือชัย บุตุคุป (2548) ที่รายงานว่าการหมักข้าวที่แยกจากลูกแป้งข้าวหมากและลูกแป้งเหล้าจำนวน 24 ไอโซเลท เมื่อนำมาหมักข้าวเหนียวหนึ่งที่มาเชื้อแล้วเป็นเวลา 4 วัน จะให้ของเหลวที่มีรสหวานอมเปรี้ยวและมีกลิ่นหอมของข้าวหมัก โดยของเหลวที่ได้จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 29 - 37.4 ° brix อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่ได้แตกต่างจากการศึกษาของ มนชัย เดชสังกรานนท์ (2546) ที่รายงานว่าเมื่อใช้เชื้อรา *Amylomyces* spp. MKM008 และ *Amylomyces* spp. ML005 (แยกได้จากลูกแป้งข้าวหมากและลูกแป้งเหล้าตามลำดับ) ในการหมักข้าวเหนียวพันธุ์เขียว ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะมีค่าลดลงในช่วง 2 วันแรกของการหมักและจะมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากหมักข้าวนานขึ้น ซึ่งได้อธิบายว่ามีสาเหตุมาจากในช่วงวันแรกของการหมักข้าวเชื้อรามีการย่อยแป้งได้น้อยทำให้มีน้ำเชื่อมข้าวในปริมาณต่ำ ดังนั้นเมื่อทำการวัดค่าโดยใช้ refractometer จึงต้องนำเมล็ดข้าวมาบิบบิ้น จึงอาจทำให้มีเศษข้าวปนบ้าง ผลการวัดค่าจึงผิดจากความแท้จริง

จากการวิเคราะห์น้ำตาลกลูโคสโดยใช้วิธีดีเอ็นเอส (DNS method) พบว่าทุกสิ่งทดลองให้ผลการทดลองในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือปริมาณน้ำตาลกลูโคสจะเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการหมักที่นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการหมักที่นานขึ้นเช่นกัน และเมื่อสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 5) ทุกสิ่งทดลองจะให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสไม่แตกต่างกัน โดยจะอยู่ในช่วง 15.60 - 16.95 กรัม/ลิตร ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ มนตรี เชาว์สังเกต (2521) ที่รายงานว่าการหมักข้าวเหนียวด้วยเชื้อรา *Amylomyces* spp. สามารถย่อยแป้งในข้าวได้ดีและจะให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์สูงที่สุดหลังจากหมักข้าวเหนียวหนึ่งเป็นเวลา 4 วัน อย่างไรก็ตามการที่เชื้อราจะย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลกลูโคสได้นั้นขึ้นอยู่กับเอนไซม์ที่เชื้อราสร้างขึ้น มีรายงานว่าเอนไซม์ที่สร้างโดย *Rhizopus* spp. น่าจะเป็นชนิดแอลฟาอะไมเลส ( $\alpha$ -amylase) ซึ่งจะย่อยแป้งแบบสุ่มที่พันธะ  $\alpha$ -D-(1-4) linked เอนไซม์จึงย่อยแป้งออกเป็นสายสั้น ๆ ทำให้มี non-reducing end เพิ่มมากขึ้น ได้ผลิตผลส่วนใหญ่ คือ มอลโตส เดกซ์ทริน และให้กลูโคสในปริมาณน้อย ส่วนเอนไซม์ที่สร้างโดย *Amylomyces* spp. ส่วนมากเป็นกลูโคอะไมเลส ซึ่งจะย่อยแป้งจาก non-reducing end ทำให้ได้น้ำตาลกลูโคสที่ละ 1 โมเลกุล และนอกจากจะย่อยแป้งตรงตำแหน่ง  $\alpha$ -D-(1-4) แล้วยังพบว่าเอนไซม์กลูโคอะไมเลสสามารถย่อยตรงตำแหน่ง  $\alpha$ -D-(1-6) และ  $\alpha$ -D-(1-3) ได้ดีเท่ากับตรงตำแหน่ง  $\alpha$ -D-(1-4) อีกด้วย ดังนั้นผลผลิตสุดท้ายจึงเป็นน้ำตาลกลูโคสเพียงอย่างเดียว (มนตรี เชาว์สังเกต, 2521; มนชัย เดชสังกรานนท์, 2546) และจากการที่ *Amylomyces* spp. สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นไปน้ำตาลกลูโคสได้นั้น จึงทำให้เชื้อราชนิดนี้มีความเหมาะสมในการหมักข้าวหมากและสาโท

อย่างไรก็ตาม มนชัย เดชสังกรานนท์ (2546) ได้เสนอว่าหากมีการเลือกใช้ราบริสุทธิ์มาทำเป็น กล้าเชื้อหรือลูกแป้งสำหรับการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาล ก็ควรใช้เชื้อรา *Rhizopus* spp. ร่วมกับ *Amylomyces* spp. ด้วย เพราะน่าจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการย่อยแป้งดีกว่าการใช้ราเพียงชนิดเดียว อย่างไรก็ตามการคัดเลือกเชื้อราไปใช้ยังต้องคำนึงถึงลักษณะบางประการของเชื้อราด้วย เช่น ความสามารถในการสร้างกรด สีของสปอร์ที่เชื้อราสร้างขึ้น รวมถึงความสามารถในการให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

เมื่อวิเคราะห์ความเป็นกรดทั้งหมด พบว่าทุกสิ่งทดลองให้ผลการทดลองในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือมีแนวโน้มสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการหมักนานขึ้น และพบว่าเมื่อสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 5) การใช้ข้าวท่อนหอมมะลิ 40 % + ปลายข้าวหอมมะลิ 60 % และ การใช้ข้าวท่อนหอมมะลิ 80 % + ปลายข้าวหอมมะลิ 20 % จะให้น้ำเชื่อมข้าวที่มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุด เท่ากับ 0.75 และ 0.72 % (w/v) ตามลำดับ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ สิรินทรเทพ ภักดีสุภผล (2523) ที่รายงาน ว่า *Amylomyces rouxii* ที่แยกจากลูกแป้งข้าวหมากและ ข้าวหมากจำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ AG5, AH3, AK2 และ AL3 เมื่อนำมาหมักข้าวหมาก ปริมาณกรดที่เชื้อราสร้างขึ้นจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหลังจากหมักข้าวหมาก 24 ชั่วโมง และจะเริ่มคงที่ใน ชั่วโมงที่ 60 และในชั่วโมงที่ 72 จะให้ปริมาณกรดอยู่ในช่วง 0.7-0.9 % (w/v) สำหรับค่าพีเอช ของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้จากการทดลองนี้พบว่าให้ผลในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือมีแนวโน้มสูงขึ้นเพียง เล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการหมักนานขึ้น

จากตารางที่ 12 เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อม ข้าวที่ได้จากการหมักข้าวโดยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM 105 เป็นเวลา 5 วัน เมื่อผันแปร อัตราส่วนของข้าวท่อนและปลายข้าวแตกต่างกัน 4 ระดับ พบว่าการผันแปรอัตราส่วนของข้าว ท่อนและปลายข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ต่อคุณสมบัติทางเคมีในทุกคุณลักษณะ ที่ศึกษา อย่างไรก็ตามในการคัดเลือกอัตราส่วนของข้าวท่อนและปลายข้าวที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการ ศึกษาขั้นต่อไป ได้คัดเลือกที่อัตราส่วนข้าวท่อนหอมมะลิ 80 % + ปลายข้าวหอมมะลิ 20 % เนื่องจากให้น้ำเชื่อมข้าวที่มีปริมาณกลูโคสมากที่สุดและมีความใสมากที่สุด และผลได้ของน้ำเชื่อม ข้าวก็ไม่แตกต่างจากที่อัตราส่วนอื่น

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวในระหว่างการหมัก  
ข้าวด้วยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM105 เมื่อใช้อัตราส่วนของข้าวท่อนและปลายข้าวต่างกัน

คุณสมบัติทางด้านเคมี	วันที่				
	1	2	3	4	5
ข้าวท่อนหอมมะลิอย่างเดียว					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	38.20	38.50	38.63	38.70	38.80
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	12.81	13.65	14.16	15.48	15.6
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.30	0.35	0.40	0.44	0.54
พีเอช	5.20	5.00	4.85	4.75	4.62
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	17.00				
ข้าวท่อนหอมมะลิ 80 % + ปลายข้าวหอมมะลิ 20 %					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	37.50	37.75	37.80	38.00	38.25
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	13.26	13.35	15.36	16.26	16.95
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.30	0.35	0.54	0.60	0.60
พีเอช	5.20	5.10	5.00	4.95	4.90
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	17.40				
ข้าวท่อนหอมมะลิ 60 % + ปลายข้าวหอมมะลิ 40 %					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	36.25	37.00	37.10	37.25	37.63
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	12.66	13.65	13.86	14.73	15.99
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.30	0.38	0.54	0.54	0.60
พีเอช	5.20	5.00	4.95	4.80	4.87
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	17.40				
ข้าวท่อนหอมมะลิ 40 % + ปลายข้าวหอมมะลิ 60 %					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	36.00	36.10	36.26	36.34	36.50
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	13.56	14.16	15.66	16.65	16.86
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.30	0.32	0.54	0.54	0.75
พีเอช	5.10	5.10	5.00	4.95	4.87
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	17.60				

หมายเหตุ \* หมายถึง น้ำหนักของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้ต่อข้าวหนึ่ง 100 กรัม

ตารางที่ 12 คุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้จากการหมักข้าวโดยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM 105 นาน 5 วัน เมื่อผันแปรอัตราส่วนของข้าวท่อนและปลายข้าวแตกต่างกัน 4 ระดับ

คุณสมบัติทางเคมี	ข้าวท่อนหอมมะลิ + ปลายข้าว			
	100 + 0	80 + 20	60 + 40	40 + 60
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ brix) <sup>ns</sup>	38.80 $\pm$ 0.99	38.25 $\pm$ 3.75	37.63 $\pm$ 3.01	36.50 $\pm$ 1.27
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร) <sup>ns</sup>	15.6 $\pm$ 0.42	16.95 $\pm$ 0.13	15.99 $\pm$ 0.44	16.86 $\pm$ 0.72
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%) <sup>ns</sup>	0.54 $\pm$ 0.10	0.60 $\pm$ 0.10	0.60 $\pm$ 0.03	0.75 $\pm$ 0.16
พีเอช <sup>ns</sup>	0.62 $\pm$ 0.02	4.90 $\pm$ 0.71	4.87 $\pm$ 0.52	4.87 $\pm$ 0.47

หมายเหตุ <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 4.2 ปริมาณโคจิจข้าวที่เหมาะสม

การศึกษาปริมาณโคจิจข้าวที่เหมาะสมในการผลิตไซรัปจากข้าวหอมมะลิไทย ได้ใช้อัตราส่วนของข้าวหอมมะลิและปลายข้าวเท่ากับ 80 + 20 ควบคุมความชื้นเริ่มต้นของข้าวเท่ากับ 58.3 % (w/w) อุณหภูมิในการบ่มเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการหมักนาน 5 วัน ในระหว่างการหมักสูมตัวอย่างน้ำเชื่อมข้าวมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 13 และตารางที่ 14 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในทุกสิ่งทดลอง พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก การใช้โคจิจข้าวในปริมาณที่ต่างกันจะให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันมากนัก หลังจากหมักข้าวเป็นเวลา 5 วัน พบว่าการใช้โคจิจข้าวในปริมาณ 5 % 10 % 15 % และ 20 % (w/w) จะให้น้ำเชื่อมข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 38.80 37.70 39.00 และ 36.90  $^{\circ}$  brix ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำตาลกลูโคส พบว่าสอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก โดยที่ใช้โคจิจข้าวในปริมาณ 15 % (w/w) จะให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงที่สุด เมื่อสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 5) วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคสได้เท่ากับ 17.01 กรัม/ลิตร ส่วนการใช้โคจิจข้าวในปริมาณ 10 และ 20 % (w/w) จะให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสเท่ากันคือ 16.86 กรัม/ลิตร ในขณะที่การใช้โคจิจข้าวในปริมาณ 5 % (w/w) จะให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสน้อยที่สุดเท่ากับ 16.55 กรัม/ลิตร สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดพบว่าทุกสิ่งทดลองให้ผลการทดลองในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ

จะเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก เมื่อสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 5) จะให้ปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.54 - 0.60 % (w/v) ส่วนค่าพีเอชอยู่ในช่วง 4.48 - 4.62

จากตารางที่ 14 เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้จากการหมักข้าวโดยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM 105 นาน 5 วัน เมื่อใช้ปริมาณโคจิข้าวต่างกัน พบว่าปริมาณโคจิข้าวจะให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ต่อคุณสมบัติทางเคมีในทุกคุณลักษณะที่ศึกษา อย่างไรก็ตามได้คัดเลือกปริมาณโคจิเท่ากับ 15 % (w/w) เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป เนื่องจากให้น้ำเชื่อมข้าวที่มีปริมาณกลูโคสมากที่สุด และมีความใสมากที่สุด และผลได้ของน้ำเชื่อมข้าวก็ไม่แตกต่างจากที่อัตราส่วนอื่น และเนื่องจากการทดลองหมักข้าวนี้เป็นการหมักแบบกึ่งปลอดเชื้อดังนั้นการเลือกใช้โคจิข้าวในปริมาณสูงจะช่วยป้องกันการการเสื่อมเสียของข้าวจากการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบได้ด้วย

ตารางที่ 13 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวในระหว่างการหมักข้าวด้วยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM105 เมื่อใช้ปริมาณโคจิจ้าวต่างกัน

คุณสมบัติทางด้านเคมี	วันที่				
	1	2	3	4	5
ปริมาณโคจิจ้าว 5 % (w/w)					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	37.50	37.75	37.80	38.00	38.25
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	13.26	13.35	15.36	16.26	16.55
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.30	0.35	0.54	0.60	0.60
พีเอช	5.20	5.10	5.00	4.95	4.90
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	17.40				
ปริมาณโคจิจ้าว 10 % (w/w)					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	34.75	35.50	37.00	37.50	37.70
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	10.86	12.18	12.48	13.05	16.86
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.32	0.38	0.45	0.54	0.54
พีเอช	5.05	4.70	4.65	4.50	4.48
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	16.00				
ปริมาณโคจิจ้าว 15 % (w/w)					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	36.00	36.25	36.50	37.60	39.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	11.1	11.88	13.23	14.22	17.01
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.48	0.50	0.57	0.59	0.60
พีเอช	5.00	4.98	4.69	4.6	4.58
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	20.20				
ปริมาณโคจิจ้าว 20 % (w/w)					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	35.00	35.68	36.50	36.60	36.90
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	10.38	11.16	11.91	15.99	16.86
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.38	0.41	0.53	0.55	0.57
พีเอช	5.05	4.78	4.65	4.53	4.47
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	14.80				

หมายเหตุ \* หมายถึง น้ำหนักของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้ต่อข้าวหนึ่ง 100 กรัม

ตารางที่ 14 คุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้จากการหมักข้าวโดยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM 105 นาน 5 วัน เมื่อใช้ปริมาณโคจข้าวต่างกัน

คุณสมบัติทางเคมี	โคจข้าว (% w/w)			
	5	10	15	20
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ brix) <sup>ns</sup>	38.25 $\pm$ 3.75	37.70 $\pm$ 1.84	39.00 $\pm$ 0.71	36.90 $\pm$ 1.58
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร) <sup>ns</sup>	16.95 $\pm$ 0.13	16.86 $\pm$ 0.17	17.01 $\pm$ 1.20	16.86 $\pm$ 0.24
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%) <sup>ns</sup>	0.60 $\pm$ 0.10	0.54 $\pm$ 0.06	0.60 $\pm$ 0.14	0.57 $\pm$ 0.02
พีเอช <sup>ns</sup>	4.90 $\pm$ 0.71	4.48 $\pm$ 0.03	4.58 $\pm$ 0.31	4.47 $\pm$ 0.18

หมายเหตุ <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### 4.3 ปริมาณรำข้าวที่เหมาะสม

การศึกษาปริมาณรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตไซรัปจากข้าวหอมมะลิไทย ได้ใช้อัตราส่วนของข้าวหอมมะลิและปลายข้าว เท่ากับ 80 + 20 ปริมาณโคจข้าวเริ่มต้นเท่ากับ 15 % (w/w) ควบคุมความชื้นเริ่มต้นของข้าวเท่ากับ 58.3 % (w/w) อุณหภูมิในการบ่มเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการหมักนาน 5 วัน ในระหว่างการหมักสุ่มตัวอย่างน้ำเชื่อมข้าวมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 15 และตารางที่ 16 และสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในทุกสิ่งทดลอง พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและการเติมรำข้าวในปริมาณที่มากขึ้นจะช่วยส่งเสริมการเจริญของเชื้อรา และช่วยให้เชื้อราย่อยแป้งได้ดีขึ้น เห็นได้จากปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณรำข้าวที่เติมลงไป เมื่อสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 5) พบว่าการไม่เติมรำข้าว และการเติมรำข้าวในปริมาณ 1 % 2 % และ 3 % (w/w) จะให้น้ำเชื่อมข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 38.00 38.50 40.00 และ 41.70  $^{\circ}$  brix ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำตาลกลูโคสพบว่า สอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและตามปริมาณรำข้าวที่เติมลงไป โดยที่การเติมรำข้าวในปริมาณ 2 % และ 3 % (w/w) จะให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงที่สุด เมื่อสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 5) วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคสได้เท่ากันคือ 17.01 กรัม/ลิตร ส่วนการไม่เติมรำข้าว และการเติมรำข้าวในปริมาณ 1 % (w/w) จะให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสเท่ากับ 16.86 และ 16.65 กรัม/ลิตร สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดพบว่าในทุกการทดลองจะให้ผลการทดลองในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือจะเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาของการ

หมัก เมื่อสิ้นสุดการหมัก (วันที่ 5) จะให้ปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.54 - 0.60 % (w/v) ส่วนค่าพีเอชอยู่ในช่วง 4.48 - 4.62

ชิตชม วิทวัสวงศ์(2528) กล่าวว่ารำข้าวเป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้ในการผลิตเอนไซม์ในอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่มีราคาต่ำและมีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะสมในการนำมาเลี้ยงเชื้อรา โดยเฉพาะรำข้าวสาลีซึ่งนิยมใช้อย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามการทดลองนี้ได้เลือกใช้รำข้าวเจ้าเพราะนอกจากจะมีราคาถูกและมีส่วนประกอบที่มีคุณค่าทางโภชนาการเช่นเดียวกับรำข้าวสาลีแล้วยังหาได้ง่ายเนื่องจากคนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก และจากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของรำข้าวเจ้าพบว่า ในรำข้าวเจ้าทั้งที่เป็นรำหยาบและรำละเอียดมีปริมาณโปรตีนอยู่ประมาณ 9-10% ไขมัน 13-16% แกลื้อแร่ 12-13% นอกจากนี้ยังมีวิตามิน เช่น วิตามิน บี 1 กรดแพนโทเทนิค ไนอะซิน กรดโฟลิก ไบโอดีน เช่นเดียวกับรำข้าวสาลี แต่ปริมาณสารอาหารเหล่านี้จะมีน้อยกว่าในรำข้าวสาลี ซึ่งสารอาหารเหล่านี้ล้วนจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการสร้างเอนไซม์อัมเลสของเชื้อรา ดังนั้นการเติมรำข้าวในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดีขึ้นและสามารถสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยแป้งในเมล็ดข้าวให้เป็นน้ำตาลได้ดีกว่าการไม่เติมรำข้าวหรือการเติมรำข้าวในปริมาณที่ต่ำกว่า

จากตารางที่ 16 เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้จากการหมักข้าวโดยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM 105 นาน 5 วัน เมื่อเติมรำข้าวในปริมาณต่างกัน พบว่าการเติมรำข้าวในปริมาณต่างกันมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่ผลต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคส ปริมาณกรดทั้งหมด และค่าพีเอชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) จากผลการทดลองที่ได้จึงคัดเลือกการเติมรำข้าวในปริมาณ 3 % (w/w) สำหรับใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป เนื่องจากให้น้ำเชื่อมข้าวที่มีปริมาณกลูโคสมากที่สุด และมีความใสมากที่สุด และให้ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าวในปริมาณมากที่สุด

ตารางที่ 15 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวในระหว่างการหมักข้าวด้วยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM105 เมื่อเติมรำข้าวในปริมาณต่างกัน

คุณสมบัติทางด้านเคมี	วันที่				
	1	2	3	4	5
ไม่เติมรำข้าว					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	35.50	36.20	36.50	37.00	38.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	15.63	15.84	16.35	16.68	16.86
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.45	0.45	0.50	0.53	1.04
พีเอช	5.00	4.65	4.45	4.32	4.13
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	20.20				
เติมรำข้าว 1 % (w/w)					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	35.20	36.80	37.20	37.50	38.50
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	13.62	14.31	15.78	16.17	16.65
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.34	0.38	0.50	0.75	1.13
พีเอช	5.00	4.75	4.55	4.33	4.29
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	32.50				
เติมรำข้าว 2 % (w/w)					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	36.30	37.00	37.50	38.00	40.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	14.34	15.33	15.75	16.65	17.01
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.50	0.54	0.63	0.80	1.08
พีเอช	5.15	4.65	4.50	4.43	4.35
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	35.50				
เติมรำข้าว 3 % (w/w)					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	38.20	38.50	39.00	39.50	41.70
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	15.84	16.08	16.2	16.86	17.01
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.50	0.52	0.60	0.71	1.04
พีเอช	5.20	5.00	4.80	4.73	4.63
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	43.26				

หมายเหตุ \* หมายถึง น้ำหนักของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้ต่อข้าวหนึ่ง 100 กรัม

ตารางที่ 16 คุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้จากการหมักข้าวโดยเชื้อรา  
*Amylomyces* spp. CM 105 นาน 5 วัน เมื่อเติมรำข้าวในปริมาณต่างกัน

คุณสมบัติทางเคมี	รำข้าวข้าว (% w/w)			
	0	1	2	3
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ brix) *	38.00 <sup>b</sup> ± 1.70	38.50 <sup>b</sup> ± 0.49	40.00 <sup>ab</sup> ± 0.91	41.70 <sup>a</sup> ± 0.42
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร) <sup>ns</sup>	16.86 ± 0.17	16.65 ± 0.10	17.01 ± 0.24	17.01 ± 0.18
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก(%) <sup>ns</sup>	1.04 ± 0.08	1.13 ± 0.52	1.08 ± 0.59	1.04 ± 0.01
พีเอช <sup>ns</sup>	4.13 ± 0.52	4.29 ± 0.42	4.35 ± 0.14	4.63 ± 0.01

หมายเหตุ \* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 4.4 อุณหภูมิที่เหมาะสม

การศึกษาอุณหภูมิในการบ่มที่เหมาะสมในการผลิตไซรัปจากข้าวหอมมะลิไทย ได้ใช้อัตราส่วนของข้าวหอมมะลิและปลายข้าว เท่ากับ 80 + 20 ปริมาณโคจข้าวเริ่มต้นเท่ากับ 15 % (w/w) ควบคุมความชื้นเริ่มต้นของข้าวเท่ากับ 58.3 % (w/w) เติมรำข้าว 3 % (w/w) และใช้เวลาในการหมักนาน 5 วัน ในระหว่างการหมักสุ่มตัวอย่างน้ำเชื่อมข้าวมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 17 และตารางที่ 18 และสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

อุณหภูมิในการบ่มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าว โดยพบว่า การบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เชื้อราจะเจริญเติบโตได้น้อยกว่าที่อุณหภูมิ 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส ส่งผลให้คุณภาพของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้มีคุณภาพต่ำกว่าด้วย กล่าวคือการบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะให้น้ำเชื่อมข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาของการหมักซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตามระยะเวลาในการหมักที่นานขึ้น โดยเมื่อสิ้นสุดการหมัก(วันที่ 5) วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาลกลูโคสได้เท่ากับ 29.80  $^{\circ}$  brix และ 19.20 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ในขณะที่การบ่มที่อุณหภูมิ 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส พบว่าจะให้น้ำเชื่อมข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ได้ที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงกว่า โดยอยู่ในช่วง 42 – 43  $^{\circ}$  brix และ 22.3 – 22.4



จากตารางที่ 18 เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้จากการหมักข้าวโดยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM 105 นาน 5 วัน เมื่อบ่มที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่าการใช้อุณหภูมิในการบ่มต่างกันมีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีในทุกคุณลักษณะที่ศึกษากล่าวคือการบ่มที่อุณหภูมิ 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส จะให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลกลูโคสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) การบ่มที่อุณหภูมิ 35 และ 40 องศาเซลเซียส จะให้ปริมาณกรดทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) กับที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามได้คัดเลือกการบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สำหรับใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป เนื่องจากให้คุณภาพของน้ำเชื่อมข้าวดีที่สุด เช่น ให้ปริมาณกลูโคสสูงที่สุด มีความใสมากที่สุด มีปริมาณกรดต่ำที่สุด และให้ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าวในปริมาณมากที่สุด

ตารางที่ 17 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวในระหว่างการหมัก  
ข้าวด้วยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM105 เมื่อบ่มที่อุณหภูมิต่างกัน

คุณสมบัติทางด้านเคมี	วันที่				
	1	2	3	4	5
อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	17.90	21.40	19.10	19.20	19.20
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.67	0.87	0.87	0.95	1.00
พีเอช	5.30	5.10	4.50	4.50	4.50
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	22.73				
อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	38.00	38.67	40.67	42.00	43.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	22.30	25.60	22.40	22.40	22.40
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.48	0.58	0.67	0.67	0.67
พีเอช	5.50	5.30	4.70	4.70	4.70
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	43.26				
อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	37.00	37.67	39.67	41.00	42.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	22.30	26.00	22.40	22.40	22.40
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.67	0.87	1.20	1.25	1.30
พีเอช	5.40	5.10	4.70	4.30	4.00
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	43.46				
อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	35.00	35.67	39.00	41.50	42.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	19.40	24.00	22.30	22.30	22.30
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.87	1.00	1.20	1.35	1.50
พีเอช	4.90	4.63	4.25	4.10	3.98
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	35.20				

หมายเหตุ \* หมายถึง น้ำหนักของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้ต่อข้าวหนึ่ง 100 กรัม

ตารางที่ 18 คุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้จากการหมักข้าวโดยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM 105 นาน 5 วัน เมื่อป้อนที่อุณหภูมิต่างกัน

คุณสมบัติทางเคมี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
	25	30	35	40
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ brix) *	29.80 <sup>b</sup> ± 1.00	43.00 <sup>a</sup> ± 2.64	42.00 <sup>a</sup> ± 2.08	42.00 <sup>a</sup> ± 1.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร) *	19.20 <sup>b</sup> ± 1.66	22.40 <sup>a</sup> ± 2.64	22.40 <sup>a</sup> ± 2.08	22.30 <sup>a</sup> ± 1.00
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%) *	1.00 <sup>b</sup> ± 0.15	0.67 <sup>c</sup> ± 0.10	1.30 <sup>a</sup> ± 0.20	1.50 <sup>a</sup> ± 0.20
พีเอช *	4.50 <sup>a</sup> ± 0.10	4.70 <sup>a</sup> ± 0.20	4.00 <sup>b</sup> ± 0.10	3.98 <sup>b</sup> ± 0.20

หมายเหตุ \* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.5 ปริมาณน้ำกลั่นที่เติมลงในข้าวหนึ่งที่เหมาะสม

การศึกษาปริมาณน้ำกลั่นเริ่มต้นที่เหมาะสมในการเติมลงในข้าว ได้ใช้อัตราส่วนของข้าวหอมมะลิและปลายข้าว เท่ากับ 80 + 20 ปริมาณโคจข้าวเริ่มต้นเท่ากับ 15 % (w/w) เติมน้ำข้าว 3 % (w/w) แต่ผันแปรการเติมน้ำกลั่น 3 ระดับ คือ ไม่เติมน้ำกลั่น (ความชื้น 58.43 %) เติมน้ำกลั่น 2 % (v/v) (ความชื้น 60.50 %) และเติมน้ำกลั่น 4 % (v/v) (ความชื้น 61.50 %) โดยใช้เวลาในการหมักเท่ากันนาน 5 วัน ในระหว่างการหมักสุ่มตัวอย่างน้ำเชื่อมข้าวมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 19 และตารางที่ 20 และสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

การเติมน้ำกลั่นลงในข้าวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าว โดยพบว่า การไม่เติมน้ำและการเติมน้ำ 2 % (v/w) เชื้อราจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าการเติมน้ำกลั่นในปริมาณ 4 % (v/w) ส่งผลให้คุณภาพของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้มีคุณภาพดีกว่าด้วย กล่าวคือการไม่เติมน้ำกลั่นและเติมในปริมาณ 2 % (v/w) จะให้น้ำเชื่อมข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงกว่าการเติมในปริมาณ 4 % (v/w) และให้ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าวสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด โดยที่การไม่เติมน้ำกลั่น การเติมน้ำกลั่น 2 % (v/v) และการเติมน้ำกลั่น 4 % (v/v) จะให้ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าวเท่ากับ 43.30 50.90 และ 22.80 % ตามลำดับ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ ชิดชม วิทวัสวงศ์ (2528) ที่ได้ศึกษาผลของความชื้นของอาหารที่เตรียมขึ้นจากรำข้าวต่อการผลิตเอนไซม์กลูโคมัยเลสโดยเชื้อรา

*Amylomyces* ซึ่งพบว่าปริมาณน้ำในอาหารเลี้ยงเชื้อมีผลต่อการเจริญของเชื้อรา กล่าวคือหากมีการเติมน้ำในปริมาณที่ต่ำไปเชื้อราจะไม่สามารถเจริญได้ และเมื่อมีการเติมน้ำเพิ่มขึ้นพบว่าเชื้อราสามารถเจริญได้และการเจริญจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ทั้งนี้สังเกตได้จากปริมาณเส้นใยของเชื้อราที่เพิ่มขึ้น และรายงานว่าการผลิตเอนไซม์กลูโคสมัยเลสมีความสัมพันธ์กับการเจริญของเชื้อ กล่าวคือเมื่อเชื้อรามีการเจริญดีขึ้นการผลิตเอนไซม์ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย และพบว่าหากมีการเติมน้ำมากเกินไปจะส่งผลให้การเจริญของเชื้อราและปริมาณเอนไซม์ที่เชื้อราสร้างขึ้นลดลง แสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้อาหารมีความชื้นมากเกินไปไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่าการเติมน้ำในปริมาณ 4 % (v/w) เชื้อราจะเจริญเติบโตได้น้อยที่สุดทำให้เอนไซม์ที่เชื้อราสร้างขึ้นมีในปริมาณน้อยด้วยจึงทำให้น้ำเชื่อมข้าวที่ได้มีผลได้ในปริมาณต่ำสุดและมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสน้อยที่สุดด้วย

จากตารางที่ 20 เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้จากการหมักข้าวโดยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM 105 นาน 5 วัน เมื่อเติมน้ำในข้าวหนึ่งในปริมาณต่างกัน พบว่าการเติมน้ำในปริมาณที่ต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่มีผลต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคส ปริมาณกรดทั้งหมด และค่าพีเอช อย่างไรก็ตามได้คัดเลือกการเติมน้ำในปริมาณ 2 % (v/w) สำหรับใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป เนื่องจากให้คุณภาพของน้ำเชื่อมข้าวดีที่สุด กล่าวคือให้ปริมาณกลูโคสสูงที่สุด มีความใสมากที่สุด มีปริมาณกรดต่ำที่สุด และให้ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าวในปริมาณมากที่สุด

ตารางที่ 19 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวในระหว่างการหมักข้าวด้วยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM105 เมื่อปรับความชื้นเริ่มต้นของข้าวต่างกัน

คุณสมบัติทางด้านเคมี	วันที่				
	1	2	3	4	5
เติมน้ำกลั่น 0 % (v/v) (ความชื้น 58.43 %)					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	38.00	39.00	41.00	42.00	42.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	20.80	21.20	22.00	20.90	20.90
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.47	0.58	0.60	0.61	0.62
พีเอช	5.10	4.90	4.80	4.70	4.70
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	43.30				
เติมน้ำกลั่น 2 % (v/v) (ความชื้น 60.50 %)					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	38.00	41.00	42.00	43.00	43.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	21.00	22.30	22.10	22.30	22.40
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.44	0.47	0.47	0.49	0.51
พีเอช	5.30	5.10	4.90	4.90	4.90
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	50.90				
เติมน้ำกลั่น 4 % (v/v) (ความชื้น 61.50 %)					
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)	37.00	38.00	40.00	41.00	41.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	17.50	18.30	19.50	17.10	17.10
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (%)	0.33	0.36	0.51	0.35	0.55
พีเอช	5.30	5.10	4.70	4.80	4.80
ผลได้ของน้ำเชื่อมข้าว (%) *	22.80				

หมายเหตุ \* หมายถึง น้ำหนักของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้ต่อข้าวหนึ่ง 100 กรัม

ตารางที่ 20 คุณสมบัติทางเคมีบางประการของน้ำเชื่อมข้าวที่ได้จากการหมักข้าวโดยเชื้อรา *Amylomyces* spp. CM 105 นาน 5 วัน เมื่อปรับความชื้นเริ่มต้นของข้าวต่างกัน

คุณสมบัติทางเคมี	เติมน้ำกลั่น (% v/w)		
	0	2	4
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ( $^{\circ}$ brix) <sup>ns</sup>	42.0 $\pm$ 2.08	43.0 $\pm$ 2.64	41.0 $\pm$ 1.00
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร) <sup>*</sup>	20.9 <sup>a</sup> $\pm$ 0.10	22.4 <sup>a</sup> $\pm$ 1.91	17.1 <sup>b</sup> $\pm$ 0.15
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก(%) <sup>*</sup>	0.62 <sup>a</sup> $\pm$ 0.10	0.51 <sup>b</sup> $\pm$ 0.15	0.55 <sup>c</sup> $\pm$ 0.15
พีเอช <sup>*</sup>	4.70 <sup>a</sup> $\pm$ 0.20	4.90 <sup>b</sup> $\pm$ 0.17	4.80 <sup>c</sup> $\pm$ 0.26

หมายเหตุ<sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

<sup>\*</sup> ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.6 การทำให้น้ำเชื่อมข้าวให้เข้มข้น

การทำให้น้ำเชื่อมข้าวเข้มข้นได้เลือกใช้วิธีการระเหยแบบกระทะเปิดหรือ pan evaporation ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่เหมาะสมหลังผ่านการระเหยต่างกัน 3 ระดับ คือ 60 70 และ 80  $^{\circ}$  brix เมื่อสิ้นสุดการระเหยน้ำไשרิปที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่าง ๆ ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 21-25

การทำให้น้ำเชื่อมข้าวเข้มข้นโดยวิธีการระเหยเพื่อให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่างกันจะแปรผันตรงกับระยะเวลาที่ใช้ในการระเหยดังแสดงในตารางที่ 21 โดยไשרิปข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง ๆ จะใช้เวลาในการระเหยนานขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ นิธิ ไชยสงคราม และ คณะ (2548) ซึ่งศึกษาเรื่องการพัฒนากระบวนการและอุปกรณ์ระเหยเพื่อผลิตน้ำเชื่อมจากน้ำตาลสด โดยรายงานว่าการผลิตน้ำเชื่อมจากน้ำตาลสดให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง ๆ จะใช้ระยะเวลาในการระเหยนาน

ตารางที่ 21 เวลาที่ใช้ในการทำให้น้ำเชื่อมข้าวเหนียวเข้มข้นเพื่อให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่างกัน โดยใช้อุณหภูมิในการระเหยเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส

คุณลักษณะ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° Brix)		
	60	70	80
ปริมาตรเริ่มต้น (มิลลิลิตร)	100	100	100
ปริมาตรสุดท้าย (มิลลิลิตร)	72	44	24
เวลาที่ใช้ในการระเหย (นาที)	30	40	50

จากตารางที่ 22 พบว่าการทำน้ำเชื่อมข้าวเหนียวเข้มข้นโดยวิธีการระเหยเพื่อให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แตกต่างกัน มีผลทำให้ไซรัปที่ได้มีค่าความหนืด ค่าความใส และค่าสี  $L^* a^* b^*$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยพบว่าไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 80 ° brix จะมีความหนืดสูงสุดเท่ากับ 1952.00 cP รองลงมาคือที่ 70 ° brix เท่ากับ 393.20 cP ส่วนที่ 60 ° brix มีความหนืดต่ำที่สุด เท่ากับ 97.70 cP ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ นภาพรณ สุขสวัสดิ์ และ กิดาการ เตโชชัชวาล (2548) ที่ศึกษาการผลิตไซรัปจากลูกหม่อนซึ่งพบว่าเมื่อระเหยน้ำลูกหม่อนด้วยความร้อนนานขึ้นจะส่งผลให้ไซรัปที่ได้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความหนืดเพิ่มขึ้นมากขึ้น เมื่อพิจารณาค่าความใสจากการทดลองนี้พบว่าการทำน้ำเชื่อมข้าวเหนียวเข้มข้นขึ้นจะส่งผลให้ค่าความใสมีแนวโน้มลดลง โดยไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 70 ° brix จะมีค่าความใสสูงสุดเท่ากับ 2.41 % รองลงมาคือที่ 60 ° brix เท่ากับ 1.24 % ส่วนที่ 80 ° brix มีค่าความใสต่ำสุดเท่ากับ 0.66 % อย่างไรก็ตามพบว่าที่ 60 ° brix จะให้ค่าความใสน้อยกว่าที่ 70 ° brix อาจเนื่องมาจากเวลาที่ใช้ในการทำให้น้ำเชื่อมข้าวเหนียวเข้มข้นเท่ากับ 60 ° brix ไม่เพียงพอต่อการทำลายพันธะของแป้งจึงทำให้ไซรัปที่ได้มีความใสต่ำกว่าเพราะโมเลกุลของแป้งยังเหลืออยู่ในปริมาณมากนั่นเอง ในขณะที่ 70 ° brix มีค่าความใสมากกว่าอาจเนื่องมาจากเวลาที่ใช้ในการระเหยเพียงพอที่จะทำให้โมเลกุลของแป้งที่มีอยู่ในน้ำเชื่อมข้าวเหนียวถูกทำลายได้มากกว่าจึงเป็นผลให้ไซรัปที่ได้มีความใสกว่านั่นเอง

ตารางที่ 22 ปัจจัยคุณภาพทางกายภาพของไซรัปข้าวที่ได้จากการนำน้ำเชื่อมข้าวมาทำให้เข้มข้น โดยวิธีการระเหย

คุณลักษณะ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° Brix)		
	60	70	80
ความหนืด (cP)	97.70 <sup>c</sup> ± 0.10	393.20 <sup>b</sup> ± 4.50	1952.00 <sup>a</sup> ± 1.15
ความใส (% Transmittance 670 nm)	1.24 <sup>b</sup> ± 0.13	2.41 <sup>a</sup> ± 0.93	0.66 <sup>c</sup> ± 0.40
L*	25.20 <sup>a</sup> ± 0.13	26.10 <sup>a</sup> ± 0.92	17.70 <sup>b</sup> ± 0.53
a*	8.34 <sup>b</sup> ± 0.28	8.24 <sup>b</sup> ± 0.23	11.60 <sup>a</sup> ± 0.23
b*	14.40 <sup>b</sup> ± 0.43	15.10 <sup>a</sup> ± 0.11	13.20 <sup>c</sup> ± 0.19

หมายเหตุ <sup>a,b,c</sup> ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

เมื่อพิจารณาลักษณะปรากฏของไซรัปที่ได้พบว่าที่ 60 ° brix จะให้สีเหลืองขุ่น ส่วนที่ 70 ° brix จะให้สีเหลืองใส และที่ 80 ° brix จะให้สีเหลืองเข้ม ดังแผนภาพที่ 5 จึงมีผลทำให้ไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 70 ° Brix มีค่า b\* สูงสุดเท่ากับ 15.10 รองลงมาคือไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 60 ° Brix มีค่าเท่ากับ 14.40 ส่วนไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 80 ° Brix มีค่าน้อยที่สุดคือ 13.20 สำหรับค่า a\* ไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 80 ° Brix มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 11.74 รองลงมาคือไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 60 ° Brix มีค่าเท่ากับ 8.34 ส่วนไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 70 ° Brix มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 8.24 สำหรับค่า L\* ไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 70 ° Brix มีค่าสูงสุดเท่ากับ 26.10 รองลงมาคือไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 60 ° Brix มีค่าเท่ากับ 25.20 ส่วนไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 80 ° Brix มีค่าน้อยที่สุดคือ 17.70 สาเหตุที่ทำให้ไซรัปทั้ง 3 มีค่าสีแตกต่างกันเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการทำให้เข้มข้นต่างกันนั่นเอง ซึ่งพบว่าถ้ายิ่งใช้เวลานานขึ้นก็จะทำให้ไซรัปมีสีเข้มมากขึ้นเท่านั้น เพราะวิธีการทำให้เข้มข้นโดยการระเหยแบบ Pan evaporation เป็นการระเหยในระบบเปิดจึงมีโอกาสนในการสัมผัสกับออกซิเจนที่เป็นตัวการสำคัญในการเร่งให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (เรณูภา แจ่มฟ้า, 2545 และ ชิดชัย ปัญญาสวรรค์, 2547) สอดคล้องกับคำกล่าวของ วิไล รังสาทอง (2545) ที่กล่าวว่าหากใช้เวลาในการระเหยน้ำออกจากผลิตภัณฑ์นาน

ขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มมากขึ้นเท่านั้น เพราะการระเหยมีผลต่อการลดค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ที่ทำให้เกิดการเร่งการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล



แผนภาพที่ 5 ไชร์ปข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 60 70 และ 80 ° Brix (จากซ้ายไปขวา)

จากตารางที่ 23 พบว่าวิธีการทำให้น้ำเชื่อมข้าวเข้มข้นโดยวิธีการระเหยเพื่อให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แตกต่างกันนั้น มีผลทำให้ไชร์ปที่ได้มีปริมาณน้ำตาลกลูโคส ค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมด (กรดแลคติก) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของไชร์ปจะมีค่าแปรผันตรงกับปริมาณน้ำตาลกลูโคส กล่าวคือไชร์ปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 80 ° Brix จะมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงสุดเท่ากับ 161.40 กรัม/ลิตร รองลงมาคือไชร์ปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ 70 และ 60 ° Brix มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 125.17 และ 101.00 กรัม/ลิตร ตามลำดับ เนื่องจากในการทำให้น้ำเชื่อมข้าวเข้มข้นขึ้นโดยการระเหยจะมีผลทำให้น้ำระเหยออกมา ดังนั้นถ้าใช้เวลาในการให้ความร้อนมากขึ้นเท่าไรก็จะทำให้น้ำตาลกลูโคสมีความเข้มข้นขึ้นมากขึ้นด้วย ขณะเดียวกันปริมาณกรดทั้งหมดก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วยโดยไชร์ปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 80 ° Brix จะให้ปริมาณกรดสูงสุดเท่ากับ 3.35 % รองลงมาคือไชร์ปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ 70 ° Brix มีค่าเท่ากับ 2.51 % ส่วนไชร์ปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 60 ° Brix มีค่าความเป็นกรดน้อยที่สุดเท่ากับ 1.77 % ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ชิดชัย ปัญญาสวรรค์ (2547) ที่ทดลองให้ความร้อนกับน้ำกล้วยหอมในการผลิตไชร์ปกล้วยหอม โดยพบว่ายังมีการให้

ความร้อนเพื่อระเหยน้ำออกมากขึ้นเท่าไรจะทำให้ไซรัปที่ได้มีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อพิจารณาค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองนี้พบว่าสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมด กล่าวคือ ไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 60 °Brix จะมีค่าพีเอชสูงที่สุด เท่ากับ 3.47 ส่วนไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 70 และ 80 °Brix จะให้ไซรัปที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.43 และ 3.41 ตามลำดับ

ตารางที่ 23 ปัจจัยคุณภาพทางเคมีของไซรัปข้าวที่ได้จากการนำน้ำเชื่อมข้าวมาทำให้เข้มข้น โดยวิธีการระเหย

คุณลักษณะ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° brix)		
	60	70	80
ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม/ลิตร)	101.00 <sup>c</sup> ± 5.22	125.70 <sup>b</sup> ± 2.79	161.40 <sup>a</sup> ± 6.11
ปริมาณกรดทั้งหมด (แลคติก) (% w/v)	1.77 <sup>c</sup> ± 0.05	2.51 <sup>b</sup> ± 0.03	3.35 <sup>a</sup> ± 0.12
พีเอช	3.47 <sup>a</sup> ± 0.01	3.43 <sup>b</sup> ± 0.02	3.41 <sup>b</sup> ± 0.15

หมายเหตุ <sup>a,b,c</sup> ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 24 พบว่าการระเหยเพื่อให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ โดยไซรัปข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 60 °Brix จะมีปริมาณเชื้อราและยีสต์ รวมทั้งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 75 และ 43 CFU/g ส่วนไซรัปข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 70 และ 80 °Brix จะมีปริมาณเชื้อราและยีสต์ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 30 CFU/g ทั้งนี้เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการให้ความร้อนมากกว่าไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 60 °Brix ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ นภาพรรณ สุขสวัสดิ์ และ กิดาการ เตโชชัชวาล (2548) ที่รายงานว่า การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงจะมีผลทำให้ได้ไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในปริมาณสูง และส่งผลให้ปริมาณเชื้อราและยีสต์ รวมทั้งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณน้อยลงด้วย

ตารางที่ 24 ปัจจัยคุณภาพทางจุลินทรีย์ของไซรัปข้าวที่ได้จากการนำน้ำเชื่อมข้าวมาทำให้เข้มข้นโดยวิธีการระเหย

คุณลักษณะ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° Brix)		
	60	70	80
ปริมาณเชื้อราและยีสต์ (CFU/g)	75	< 30	< 30
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	43	< 30	< 30

หมายเหตุ <sup>abc</sup> ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ไซรัปข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่างกันจะให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสต่างกันด้วยดังตารางที่ 25 โดยไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเท่ากับ 80 ° Brix จะให้กลิ่นของน้ำตาลไหม้เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการระเหยนานเกินไปจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน (caramelization) ส่วนไซรัปข้าวที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 60 และ 70 ° Brix จะให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดีกว่า กล่าวคือจะให้กลิ่นหอมของข้าวและกลิ่นคล้ายน้ำผึ้ง โดยไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 60 ° Brix จะมีสีเหลืองขุ่น ส่วนไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 70 ° Brix จะมีความใสมากกว่าทั้งนี้เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการระเหยต่างกัันนั่นเอง(ดูแผนภาพที่ 5)

ตารางที่ 25 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไซรัปข้าว

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (° Brix)	คุณภาพทางประสาทสัมผัส		
	กลิ่น	รส	สี
60	หอมอ่อนๆ คล้ายข้าวหมาก	หวานมาก	เหลืองขุ่น
70	หอมนุ่มนวลคล้ายน้ำผึ้ง	หวานมาก	เหลืองใส
80	คล้ายกลิ่นน้ำตาลไหม้	หวานมาก	เหลืองเข้ม

จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นได้ว่าไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ 60 และ 70 ° Brix จะให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดี อย่างไรก็ตามพบว่าไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 70 ° Brix จะให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์น้อยกว่าไซรัปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 60 ° Brix

น้ำได้เท่ากับ 60 ° Brix และเมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์นั้น ไชร์ปที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง ๆ จะสามารถเก็บได้นานกว่าเนื่องจากมีความเข้มข้นของน้ำตาลมากกว่าและมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีที่น้อยกว่าซึ่งยากต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (เรณูภา แจ่มฟ้า, 2545) ดังนั้นในการทำไชร์ปจากน้ำเชื่อมข้าวโดยการระเหยแบบ pan evaporation ควรจะทำการระเหยให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 70 ° Brix